

考点 02 化学常用计量

一、选择题

1. 下列叙述中正确的是

- A. 摩尔是物质的量的单位, 每摩尔物质约含有 6.02×10^{23} 个分子
- B. 1 mol 氧的质量为 16 g
- C. 0.5 mol He 约含有 6.02×10^{23} 个电子
- D. 2H 既可表示 2 个氢原子又可表示 2 mol 氢分子

【答案】 C

【解析】 作为物质的量的单位, mol 可以计量微观粒子(包括原子、分子、离子、原子团等), 每摩尔物质约含有 6.02×10^{23} 个“粒子”, 这里的“粒子”并不一定是分子, A 项错误; 使用“mol”作单位时, 所指粒子必须明确, 且粒子种类要用适当的符号或化学式表示, “1 mol 氧”的说法错误, B 项错误; 2H 只表示 2 个氢原子, D 项错误。故选 C。

2. 2.86g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 与 20.0ml 1mol/L HCl 恰好完全反应, 放出的气体 224ml(标准状况), 则 n 值是

- A. 5
- B. 10
- C. 12
- D. 8

【答案】 B

【解析】 2.86g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 与 20.0ml 1mol/L HCl 恰好完全反应, 放出 224ml(标准状况) CO_2 气体, CO_2 的物质的量为 $\frac{0.224\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.01\text{mol}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的摩尔质量为 $\frac{2.86\text{g}}{0.01\text{mol}} = 286\text{g/mol}$, 即 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 的式量为 286, 则 $n = \frac{286 - 106}{18} = 10$, 故选 B。

3. 将 $5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸 10mL 稀释到 100mL, 再取出 5mL, 这 5mL 溶液的物质的量浓度是

- A. $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. $0.25\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【答案】 B

【解析】 稀释前后物质的量不变, $5\text{mol/L} \times 0.01\text{L} = c(\text{HCl}) \times 0.1\text{L}$, $c(\text{HCl}) = 0.5\text{mol/L}$, 溶液是均一、稳定的, 所以取出 5mL 溶液的物质的量浓度也是 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故选 B。

4. 下列叙述正确的是

- A. 1mol H_2O 的质量为 18g/mol
- B. CH_4 的摩尔质量为 16g
- C. 3.01×10^{23} 个 SO_2 分子的质量为 32g

D. 欲配制 100mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液, 可将 14.2g Na_2SO_4 溶于 100mL 水中

【答案】C

【解析】A. $1\text{molH}_2\text{O}$ 的质量为 18g, 故 A 错误; B. CH_4 的摩尔质量为 $16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$, 故 B 错误; C. 3.01×10^{23} 个 SO_2 分子为 0.5mol , 质量为 $0.5\text{mol}\times 64\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}=32\text{g}$, 故 C 正确; D. 欲配制 100mL $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液, 可将 14.2g Na_2SO_4 溶于水中, 制成 100mL 溶液, 故 D 错误; 故选 C。

5. 下列溶液中, 跟 100mL 0.5mol/L NaCl 溶液所含的 Cl^- 物质的量浓度相同的是

A. 100mL 0.5mol/L MgCl_2 溶液

B. 50mL 0.5mol/L KCl 溶液

C. 50mL 0.5mol/L CaCl_2 溶液

D. 50mL 1mol/L HCl 溶液

【答案】B

【解析】100mL 0.5mol/L NaCl 溶液所含的 Cl^- 物质的量浓度 $0.5\text{mol/L}\times 1=0.5\text{mol/L}$, A. 100mL 0.5mol/L MgCl_2 溶液所含的 Cl^- 物质的量浓度 $0.5\text{mol/L}\times 2=1\text{mol/L}$, 故 A 不符合题意; B. 50mL 0.5mol/L KCl 溶液所含的 Cl^- 物质的量浓度 $0.5\text{mol/L}\times 1=0.5\text{mol/L}$, 故 B 符合题意; C. 50mL 0.5mol/L CaCl_2 溶液所含的 Cl^- 物质的量浓度 $0.5\text{mol/L}\times 2=1\text{mol/L}$, 故 C 不符合题意; D. 50mL 1mol/L HCl 溶液中所含的 Cl^- 物质的量浓度 $1\text{mol/L}\times 1=1\text{mol/L}$, 故 D 不符合题意; 故选 B。

6. 某含铬($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)废水用硫酸亚铁铵 $[\text{FeSO}_4\cdot(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 处理, 反应中铁元素和铬元素完全转化为沉淀。该沉淀经干燥后得到 $n\text{mol FeO}\cdot\text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$, 不考虑处理过程中的实际损耗, 下列叙述错误的是

A. 消耗硫酸亚铁铵的物质的量为 $n(2-x)\text{mol}$

B. 处理废水中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的物质的量为 $\frac{nx}{2}\text{mol}$

C. 反应中发生转移的电子总物质的量为 $3nx\text{mol}$

D. 在 $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_y\text{Cr}_x\text{O}_3$ 中, $3x=y$

【答案】A

【解析】 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 具有强氧化性, Fe^{2+} 具有还原性, 二者作用后铁元素由 +2 价被氧化为 +3 价, 铬元素由 +6 价被还原为 +3 价。由铁原子和铬原子守恒可知消耗硫酸亚铁铵的物质的量为 $n(1+y)\text{mol}$, 废水中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的物质的量为 $\frac{nx}{2}\text{mol}$, A 项错误, B 项正确; 铁元素由 +2 价被氧化为 +3 价, 失电子总数为 $ny\text{mol}$, 铬元素由 +6 价被还原为 +3 价, 得电子总物质的量为 $3nx\text{mol}$, 由得失电子数相等得 $3x=y$, C、D 项正确。

7. 标准状况下, CO 与 CO_2 的混合气体体积为 2.24L, 质量为 3.6g, 则混合气体中 CO 与 CO_2 的体积比为

- A. 2:1 B. 3:1 C. 1:1 D. 4:1

【答案】C

【解析】标准状况下，混合气体的物质的量 $n = \frac{2.24\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.1\text{mol}$ ，设混合气体中 CO 的物质的量为 $x\text{mol}$ ，CO₂ 的物质的量为 $y\text{mol}$ ，则有： $x+y=0.1\text{mol}$ ； $x \times 28\text{g/mol} + y \times 44\text{g/mol} = 3.6\text{g}$ ，解之得： $x=0.05\text{mol}$ ， $y=0.05\text{mol}$ ，同温同压下，CO 与 CO₂ 的体积比等于物质的量之比，CO 与 CO₂ 的体积比为 $0.05\text{mol} : 0.05\text{mol} = 1:1$ ，故选 C。

8. N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是

- A. 1.0 L 1.0 mol·L⁻¹ 的 NaAlO₂ 水溶液中含有的氧原子数为 $2N_A$
B. 12 g 石墨烯(单层石墨)中含有六元环的个数为 $0.5N_A$
C. 25 °C 时 pH=13 的 NaOH 溶液中含有 OH⁻ 的数目为 $0.1N_A$
D. 1 mol 的羟基与 1 mol 的氢氧根离子所含电子数均为 $9N_A$

【答案】B

【解析】1.0 L 1.0 mol·L⁻¹ 的 NaAlO₂ 水溶液中，溶质 NaAlO₂ 和溶剂 H₂O 中均含有氧原子，因此含有的氧原子数大于 $2N_A$ ，A 项错误；石墨烯中 1 个六元环中含 C 原子的个数为 $6 \times \frac{1}{3} = 2$ ，12 g 石墨烯中 C 的物质的量为 1 mol，则六元环的个数为 $0.5N_A$ ，B 项正确；25 °C 时，pH=13 的 NaOH 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，由于没有提供溶液的体积，OH⁻ 的数目无法确定，C 项错误；1 mol —OH 所含电子数为 $9N_A$ ，而 1 mol OH⁻ 所含电子数为 $10N_A$ ，D 项错误。故选 B。

9. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的数值，下列叙述正确的是

- A. 室温下，1 L pH=12 的氨水溶液中含有 $0.01N_A$ 个 NH₄⁺
B. 1 mol FeCl₃ 与沸水反应生成胶体后，含有 N_A 个 Fe(OH)₃ 胶粒
C. 常温常压下，11.2 L O₂ 和 O₃ 的混合气体含有 $0.5N_A$ 个分子
D. 78 g Na₂O₂ 固体中含有离子总数必为 $3N_A$

【答案】D

【解析】室温下，1 L pH=12 的氨水溶液中 OH⁻ 的浓度为 $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，根据电荷守恒 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+)$ ， $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{OH}^-)$ ，则 1 L pH=12 的氨水溶液中 NH₄⁺ 的数目小于 $0.01N_A$ 个，A 错误；胶体中胶粒是多个分子的集合体，所以 1 mol FeCl₃ 与沸水反应生成胶体后，Fe(OH)₃ 胶粒小于 N_A 个，B 错误；常温常压下，气体摩尔体积大于 $22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则 11.2 L 气体中分子数小于 $0.5N_A$ 个，C 错误；78 g Na₂O₂ 的物质的量为 1 mol，则离子总数必为 $3N_A$ ，故选 D。

10. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值，下列叙述中不正确的是

A. 1 mol Cl_2 与足量 NaOH 溶液反应, 转移的电子数为 N_A

B. 常温常压下, 11.2 L 甲烷中含有的氢原子数小于 $2N_A$

C. 1 mol 碳烯($:\text{CH}_2$)所含的电子数为 $6N_A$

D. $t^\circ\text{C}$ 时, 1 L $\text{pH}=6$ 的纯水中含 OH^- 数为 $10^{-6}N_A$

【答案】C

【解析】1 mol Cl_2 与足量 NaOH 溶液反应, 转移的电子数为 N_A , A 项叙述正确; 常温常压下, 气体摩尔体积大于 $22.4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$, 故常温常压下, 11.2 L 甲烷的物质的量小于 0.5 mol, 则含有的氢原子个数小于 $2N_A$, B 项叙述正确; 1 mol 碳烯中含 8 mol 电子, 即含 $8N_A$ 个电子, C 项叙述错误; $\text{pH}=6$ 的纯水中 $c(\text{H}^+)=10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 而纯水显电中性, 故纯水中 $c(\text{OH}^-)=10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则 OH^- 的物质的量为 $n=cV=10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 1\text{ L}=10^{-6}\text{mol}$, OH^- 数为 $10^{-6}N_A$, D 项叙述正确。故选 C。

二、非选择题

11. 物质的量是高中化学常用的物理量, 请完成以下有关计算:

(1) 0.2 g H_2 含有_____个 H 原子。

(2) 标准状况下, 含有相同氧原子数的 CO 和 CO_2 的体积之比为_____。

(3) 100 mL 硫酸铝溶液中 $n(\text{Al}^{3+})=0.20\text{ mol}$ (不考虑水解因素), 则其中 $c(\text{SO}_4^{2-})=_____$ 。

(4) 在 9.5 g 某二价金属的氯化物中含有 0.2 mol Cl^- , 此氯化物的摩尔质量为_____, 该金属元素的相对原子质量为_____。

(5) 6.72 L CO (标准状况)与一定量的 Fe_2O_3 恰好完全反应(生成 Fe 与 CO_2)后, 生成 Fe 的质量为_____g。

【答案】(1) $0.2N_A$ (2) 2:1 (3) $3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (4) $95\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 24 (5) 11.2

【解析】(1) 0.2 g H_2 的物质的量为 0.1 mol, 含有 0.2 mol H 原子, 即 $0.2N_A$ 个。(2) 含有相同氧原子数的 CO 与 CO_2 的物质的量之比为 2:1, 标准状况下, 体积之比为 2:1。(3) 100 mL 硫酸铝溶液中, $n(\text{Al}^{3+})=0.20\text{ mol}$, 则其中 $n(\text{SO}_4^{2-})=0.30\text{ mol}$, $c(\text{SO}_4^{2-})=3.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。(4) 二价金属的氯化物可表示为 MCl_2 , 在 9.5 g 某二价金属的氯化物中含 0.2 mol Cl^- , 则该氯化物的物质的量为 0.1 mol, 摩尔质量为 $95\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; 该金属元素的相对原子质量为 $95-71=24$ 。(5) CO 与 Fe_2O_3 反应的化学方程式为 $3\text{CO}+\text{Fe}_2\text{O}_3\triangleq 2\text{Fe}+3\text{CO}_2$, 标准状况下 6.72 L CO 的物质的量为 0.3 mol, 完全反应后生成 0.2 mol 铁, 即 11.2 g。

12. 在标准状况下, 由 CO 和 CO_2 组成的混合气体为 6.72 L, 质量为 12 g。则:

(1) 混合气体的密度是_____ (结果保留两位小数)。

(2) CO 和 CO_2 的物质的量之比是_____。

(3) CO 的体积分数是_____，CO 的质量分数是_____。

(4) 混合气体中所含氧原子的物质的量是_____，所含碳原子的物质的量是_____。

(5) 混合气体的平均摩尔质量是_____，对氢气的相对密度是_____。

【答案】(1) $1.79 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) 1 : 3 (3) 25% 17.5%

(4) 0.525 mol 0.3 mol (5) $40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 20

【解析】设 CO、CO₂ 的物质的量分别为 x、y。由题意得：

$$\begin{cases} 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times (x + y) = 6.72 \text{ L} \\ 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times x + 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times y = 12 \text{ g} \end{cases}, \text{解得 } x=0.075 \text{ mol}, y=0.225 \text{ mol}.$$

(1) 混合气体的密度是 $\frac{12 \text{ g}}{6.72 \text{ L}} \approx 1.79 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) $n(\text{CO}) : n(\text{CO}_2) = 0.075 \text{ mol} : 0.225 \text{ mol} = 1 : 3$ 。

(3) CO 的体积分数为 25%，CO 的质量分数为 $\frac{0.075 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{12 \text{ g}} \times 100\% = 17.5\%$ 。

(4) 混合气体中所含氧原子的物质的量为 $0.075 \text{ mol} + 0.225 \text{ mol} \times 2 = 0.525 \text{ mol}$ ，所含碳原子的物质的量为 $0.075 \text{ mol} + 0.225 \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$ 。

(5) 混合气体的平均摩尔质量是 $\frac{12 \text{ g}}{0.3 \text{ mol}} = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，对氢气的相对密度为 20。